

# INFLUÊNCIA DOS MÉTODOS DE PREDIÇÃO DE PESO CORPORAL SOBRE O VOLUME CORRENTE E MECÂNICA RESPIRATÓRIA

## *Influence Of Methods Of Prediction Of Body Weight On The Tidal Volume And Respiratory Mechanics*

*Dayane Aparecida Viana<sup>1</sup>, Lilane Maria Alves Silva<sup>1</sup>, Taciane Cristina Santana<sup>2</sup>,  
Delaine Aparecida Rosado Ramos<sup>2</sup>, Leiner Resende Rodrigues<sup>1</sup>, Élide Mara Carneiro<sup>2</sup>*

### RESUMO

**Contextualização:** A ventilação mecânica é um método de suporte ventilatório cuja vasta aplicação justifica-se pela eficácia no manejo de pacientes críticos submetidos à terapia, porém podem ocorrer lesões devido aos ajustes imprecisos dos parâmetros. **Objetivo:** Avaliar a influência dos métodos de predição de peso corporal sobre o volume corrente e a mecânica respiratória em pacientes sob ventilação mecânica. **Métodos:** Pacientes em ventilação mecânica invasiva, internados na Unidade de Terapia Intensiva foram submetidos aos métodos de pesos inferido (ausência de método preditivo), predito e atual estimado com a utilização de medidas de volume corrente e mecânica respiratória. **Resultados:** Foram avaliados 20 pacientes, com idade de  $54 \pm 17$  anos, 14 (70%) eram do sexo masculino. A média de volume corrente obtido pelo peso inferido foi maior ( $676,5 \pm 186,5$  ml) quando comparada ao peso predito ( $388,4 \pm 59,1$  kg) e ao peso atual estimado ( $396,7 \pm 76,9$  kg). Não foram constatadas diferenças na mecânica respiratória referentes à complacência estática e a resistência das vias aéreas. Todavia, a complacência dinâmica mostrou-se aumentada com o uso do volume corrente obtido pelo peso inferido ( $28,1 \pm 12,7$  ml/cmH<sub>2</sub>O). **Conclusão:** Os dados evidenciaram diferenças significativas entre os volumes correntes, com aumento quando não foi usado nenhum método de predição de peso. A complacência dinâmica apresentou-se elevada quando foram utilizados volumes correntes altos. Há necessidade de algum método que prediga o peso do paciente para o cálculo do volume corrente.

**Palavra-chave:** Terapia intensiva; Respiração artificial; Mecânica respiratória; Insuficiência Respiratória; Volume de ventilação pulmonar; Peso corporal.

### ABSTRACT

**Background:** Mechanical ventilation is a method of ventilatory support wide application which is justified by the effectiveness in the management of critically ill patients undergoing therapy, but injuries may occur due to inaccurate adjustments of the parameters. **Objective:** To evaluate the influence of methods of prediction of body weight on the tidal volume and respiratory mechanics in mechanically ventilated patients. **Methods:** Patients on mechanical ventilation admitted to the Intensive Care Unit were subjected to methods of inferred weights (no predictive method), predicted and actual estimated using measures of tidal volume and respiratory mechanics. **Results:** There were 20 patients, aged  $54 \pm 17$  years, 14 (70%) were male. The average tidal volume obtained by the inferred weight was higher ( $676.5 \pm 186.5$ ml) compared to the predicted weight ( $388.4 \pm 59.1$ kg) and the estimated current weight ( $396.7 \pm 76.9$ kg) There were no differences in respiratory mechanics related to static compliance and airway resistance. However, dynamic compliance was found to be increased with the use of tidal volume obtained by the inferred weight ( $28.1 \pm 12.7$ ml/cmH<sub>2</sub>O). **Conclusion:** The data showed significant differences between the tidal volumes, increasing when there is no method was used to predict weight. Dynamic compliance presented high when high tidal volumes were used. There is need for some method that predicts the patient's weight to calculate the tidal volume.

**Keywords:** Intensive care; Artificial respiration; Respiratory mechanics; Respiratory insufficiency; Tidal volume; Body weight.

1 Programa de Pós-graduação em Atenção à Saúde da Universidade Federal do Triângulo Mineiro – PPGAS/UFTM, Uberaba, Minas Gerais, Brasil.

2 Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro – HC/UFTM, Uberaba, Minas Gerais, Brasil.

#### AUTOR CORRESPONDENTE:

Dayane Aparecida Viana

(Programa de Pós-graduação em Atenção à Saúde da Universidade Federal do Triângulo Mineiro – PPGAS/UFTM)  
Avenida Getúlio Guaritá, 107, Bairro Abadia, CEP: 38025-440, Uberaba (MG), Brasil  
E-mail: dayaneviana.fisio@gmail.com  
Telefones: (34)33185881 fixo, (34)88642768 celular

Recebido: 02/2014  
Aceito: 04/2014

## INTRODUÇÃO

A ventilação mecânica (VM) é um método de suporte ventilatório cuja vasta aplicação justifica-se pela eficácia no manejo de pacientes críticos submetidos à terapia<sup>1</sup>. A indicação desse suporte de vida é mais observada em situações de insuficiência respiratória aguda e crônica agudizada<sup>2</sup>. Embora possa causar danos ao sistema cárdiorrespiratório<sup>3,5</sup>, a VM reduz o trabalho respiratório, corrige a acidose respiratória e melhora a oxigenação<sup>2,6</sup>. A lesão decorrente do uso da VM sofre influência direta do ajuste impreciso dos parâmetros ventilatórios e é considerada determinante na evolução da insuficiência respiratória aguda<sup>7,8</sup>. Daí surge a necessidade de escolha da melhor modalidade e estratégias para ventilar cada paciente<sup>9</sup>.

Uma das modalidades ventilatórias utilizada em terapia intensiva é a ventilação mecânica invasiva com controle à pressão<sup>1</sup>. Tal modo apresenta como peculiaridade a impossibilidade do controle sobre o volume corrente e fluxo inspiratório gerados. A variação desses parâmetros é relacionada com a determinação prévia da pressão e tempo inspiratórios e características da mecânica respiratória de cada paciente<sup>2,6</sup>.

Assim, a fixação arbitrária de valores excessivos de pressão e tempo inspiratórios pode gerar um volume corrente superior à distensão pulmonar ideal do paciente, representando um fator de risco para lesões alveolares<sup>10</sup>. Em contrapartida, o estabelecimento de limites subestimados destes parâmetros predispõe à instabilidade e colapso alveolar<sup>11</sup>. Dessa forma, a obtenção do volume corrente ideal se dá, indiretamente, por meio da manipulação de alguns parâmetros ventilatórios tal qual a pressão inspiratória<sup>10</sup>. Um dispositivo fidedigno para a aferição do volume corrente gerado nas vias aéreas de pacientes ventilados na modalidade pressão controlada é o ventilômetro de Wright (MK 8; Ferraris Medical Limited, Middlesex, England), conforme recomendado pelas Diretrizes Brasileiras de Ventilação Mecânica<sup>12</sup>. O ajuste preciso do volume corrente deve levar em conta o peso do paciente. Recomendações atuais elegem valores compreendidos entre 6 a 8 ml/kg de peso predito como referência de volume corrente em uma ventilação protetora, tanto em pacientes com lesão pulmonar aguda e síndrome do desconforto respiratório agudo<sup>2,3,7,11</sup>. quanto naqueles com risco de desenvolver tal lesão<sup>13</sup>.

Entretanto, um problema ainda recorrente em ambientes de emergência e terapia intensiva é a impossibilidade de pesar o paciente. Predizer o peso, nesse sentido, é notoriamente importante para o estabelecimento de estratégias terapêuticas ajustadas a necessidades individuais<sup>14</sup>, inclusive para a determinação do volume corrente necessário ao paciente em ventilação mecânica<sup>15</sup>.

Existem diversas fórmulas que propiciam a predição do peso corporal, seja ele peso predito<sup>7</sup>, que considera gênero e altura; ou atual estimado<sup>16</sup>, que reúne características antropométricas tais quais altura do joelho, circunferência do braço e da panturrilha, prega cutânea subescapular, idade e gênero. Há casos em que se obtém o peso estimado apenas pela a inspeção visual<sup>14,15</sup>. Contudo, muitas vezes o estabelecimento de parâmetros ventilatórios não leva em consideração quaisquer medidas antropométricas, tampouco a inspeção visual.

Além de sofrer influência dos ajustes ventilatórios, o volume corrente relaciona-se com o comportamento das propriedades mecânicas do sistema respiratório, tais quais complacência e resistência. Durante a ventilação mecânica controlada são

vencidas as forças de elastância, resistência e inércia atuantes sobre os pulmões e parede torácica<sup>17</sup>. Nesse sentido, tão importante quanto a monitoração do volume corrente nesses pacientes, é a observância dos valores de complacência pulmonar estática (Cest), complacência pulmonar dinâmica (Cdin) e resistência do sistema respiratório (Res), visando à prevenção do biotrauma<sup>10</sup>. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência dos métodos de predição de peso corporal sobre o volume corrente e a mecânica respiratória de pacientes sob VM.

## MÉTODOS

Trata-se de um estudo quase-experimental realizado na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (HC/UFTM). O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos dessa instituição (CEP/UFTM) sob o protocolo 1226/2008 e foi obtida autorização dos responsáveis legais dos pacientes por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, de acordo com a Declaração de Helsinque.

Foram incluídos 20 pacientes adultos selecionados por amostra de conveniência, com diagnóstico de insuficiência respiratória aguda, submetidos à VM, pelo tubo oro-traqueal ou traqueostomia. Foram utilizados ventiladores mecânicos da marca Inter® 5 Plus, Intermed. Foi realizada avaliação dos valores de volume corrente (VC) e as medidas de mecânica respiratória: complacência estática, complacência dinâmica e resistência. Os pacientes foram ventilados consecutivamente por uma hora com cada tipo de peso (inferido, predito e atual estimado). Foi considerada para análise a média dos três valores obtidos.

Os sujeitos foram submetidos à medida do VC utilizando um ventilômetro de Wright (MK 8; Ferraris Medical Limited, Middlesex, England), em consonância com a orientação das Diretrizes Brasileiras de Ventilação Mecânica,<sup>12</sup> o qual encontrava-se acoplado ao circuito do ventilador mecânico, com o paciente posicionado em decúbito dorsal e aproximadamente 30° de elevação do tronco.

Para a avaliação da mecânica do sistema respiratório (Cest, Cdin e Res), os pacientes foram mantidos sedados e instituído o modo volume controlado considerando valores fixos de volume corrente de 6 ml/Kg do peso inferido, pausa inspiratória de 0,5 s, fluxo de 60 l/min, 12 incursões respiratórias/min e valor de pressão expiratória final positiva (PEEP) idêntico ao inicial. A partir dos pesos calculados, foram ajustadas no ventilador mecânico as pressões inspiratórias que ofertavam o volume corrente de acordo com cada peso (1º peso inferido, 2º peso predito e 3º peso atual estimado), mantendo a ventilação com essas pressões por uma hora cada. Entre as aferições os pacientes não foram submetidos a nenhum procedimento. Em cada método foram avaliados os valores de mecânica respiratória a partir da alteração do modo ventilatório para volume controlado, o qual permitiu a obtenção de valores de pressão de pico e pressão platô das vias aéreas. Tais resultados foram, em seguida, aplicados às fórmulas específicas de mensuração de Cest (volume corrente/pressão platô-PEEP), Cdin (volume corrente/pressão de pico-PEEP) e Res (pressão de pico-pressão platô/fluxo)<sup>18</sup>.

Concernente aos valores dos pesos, os prontuários dos pacientes não tinham este dado. Portanto, o peso inferido foi verificado pela razão entre o valor médio das três ventilometrias

iniciais por 6 ml/Kg, a qual é a recomendação de ventilação protetora<sup>7</sup>. Tal forma de inferência de peso corporal constitui uma prática rotineira da equipe de terapia intensiva do Hospital de Clínicas da UFTM.

O peso predito foi calculado por meio da aplicação das seguintes fórmulas: 50+0,91(altura em centímetros) -152,4 para homens e 45,5+0,91(altura em centímetros) -152,4 para mulheres.<sup>(7)</sup> Para a medição da altura, utilizou-se uma fita métrica com o paciente em decúbito dorsal com retificação do leito. O peso atual estimado foi determinado pelas fórmulas: peso (Kg) = [0,98 x circunferência da panturrilha (cm)] + [1,16 x altura do joelho (cm)] + [1,73 x circunferência do braço (cm)] + [0,37 x prega cutânea subscapular (mm)] - 81,69 para indivíduos do sexo masculino e peso (Kg) = [1,27 x circunferência da panturrilha (cm)] + [0,87 x altura do joelho (cm)] + [0,98 x circunferência do braço (cm)] + [0,4 x prega cutânea subscapular (cm)] - 62,35 para o sexo feminino.<sup>(16)</sup> As avaliações das pregas cutâneas e das circunferências do braço e da panturrilha foram realizadas por uma nutricionista experiente.

Os dados foram tabulados com dupla entrada no programa Excel® versão 2007 e em seguida transportados para o software Statistica® versão 7. Para comparação entre variáveis com distribuição normal e homogênea foi utilizado o teste de ANOVA para medidas repetidas, seguido pelo teste de Tukey, e quando os dados não possuíam distribuição paramétrica, foi utilizado o teste de ANOVA-Friedman, seguido pelo teste não paramétrico de diferença mínima significativa. Para a análise das variáveis categóricas foi utilizado o teste de Qui-quadrado de Yates (X<sup>2</sup> Yates). Todos os testes foram considerados significativamente estatísticos quando apresentou p ≤ 0,05.

## RESULTADOS

Do total de pacientes, 14 (70%) eram do sexo masculino. A média de idade foi de 54,0 ± 17,2, variando de 20 a 82 anos. Metade, 10 (50%) dos pacientes apresentavam alguma doença obstrutiva ou restritiva do trato respiratório. Não foi encontrada qualquer associação entre sexo e o estado clínico dos pacientes (p=0,6256).

A tabela 1 resume a análise descritiva das variáveis quantitativas relacionadas aos dados dos 20 pacientes avaliados, em que (I) diz respeito ao peso inferido, (II) ao peso predito e (III) faz alusão ao peso atual estimado.

**Tabela 1: Análise descritiva da idade, peso corporal e volume corrente.**

Variável	Média	DP	Mediana	Mínimo	Máximo	Percentil 25%	Percentil 75%
Idade (anos)	54,0	17,2	54,0	20,0	82,0	43,5	68,0
Peso inferido (kg)	112,5	31,0	108,0	76,0	200,0	89,5	124,0
Peso predito (kg)	64,9	9,8	64,5	45,0	81,5	57,0	73,0
Peso atual estimado (kg)	66,1	12,8	64,5	40,0	91,0	58,0	72,5
VC I (ml)	676,4	186,4	650,0	456,0	1200,0	537,0	745,0
VC II (ml)	388,4	59,1	384,0	270,0	490,0	341,7	438,5
VC III (ml)	396,6	76,9	387,5	240,0	546,0	349,0	435,0

**VC I: volume corrente referente ao peso inferido; VC II: volume corrente referente ao peso predito; VC III: volume corrente referente ao peso atual estimado.**

Os valores de ventilometria obtidos inicialmente, quando não foi usado nenhum método de predição de peso (peso inferido), apontaram uma relação ml/kg de 10,6 ± 2,7, que é maior àquela preconizada para uma ventilação protetora. Igualmente, as pressões inspiratórias e volumes correntes utilizados para ventilar com o peso inferido (I) mostraram-se maiores quando comparados com o peso predito (II) e atual estimado (III), sendo este último significativo (p=0,000001). Em relação ao peso II e o peso III não foram observadas diferenças.

Na medida do VC (I) atingiu-se o valor máximo de 1200,0 ml e quando foram utilizados métodos de predição de peso, VC (II) com peso predito e VC (III) com peso atual estimado, os maiores valores registrados concentraram-se em 490,0 ml e 546,0 ml, respectivamente.

Houve diferenças significativas entre VC (I) comparado com VC (II) (p=0,00012) e entre VC (I) em relação ao VC (III) (p=0,00012). Em relação à C<sub>din</sub>, foram significativamente estatísticas as comparações entre C<sub>din</sub> (I) e C<sub>din</sub> (II) (p=0,012) e entre C<sub>din</sub> (I) comparada à C<sub>din</sub> (III) (p=0,0077).

A tabela 2 resume as comparações dentro da mesma variável, sendo detectada diferença significativa para VC e C<sub>din</sub> (p=0,000001).

**Tabela 2: Comparações dos volumes correntes e da mecânica respiratória**

Variável	Média	DP	Mediana	Mínimo	Máximo	p
VC I (ml)	676,5	186,5	650,0	456,0	1200,0	
VC II (ml)	388,4	59,1	384,0	270,0	490,0	0,000001*
VC III (ml)	396,7	76,9	387,5	240,0	546,0	
Cest I (ml/cmH <sub>2</sub> O)	44,4	14,8	42,9	17,7	75,0	
Cest II (ml/cmH <sub>2</sub> O)	44,1	15,0	39,7	19,0	73,3	0,7862
Cest III (ml/cmH <sub>2</sub> O)	44,4	16,7	42,4	23,1	76,6	
C <sub>din</sub> I (ml/cmH <sub>2</sub> O)	28,1	12,7	26,8	12,7	66,6	
C <sub>din</sub> II (ml/cmH <sub>2</sub> O)	18,6	6,1	17,8	9,3	33,0	0,000001*
C <sub>din</sub> III (ml/cmH <sub>2</sub> O)	18,2	5,7	17,3	10,4	32,3	
Res I (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	1,8	0,9	1,5	0,6	4,6	
Res II (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	2,0	1,1	1,9	0,3	4,8	0,0637
Res III (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	2,1	1,0	1,8	0,6	4,6	

**VC: volume corrente; Cest: complacência pulmonar estática; C<sub>din</sub>: complacência pulmonar dinâmica; Res: resistência do sistema respiratório; (I): refere-se ao peso inferido; (II): refere-se ao peso predito; (III): refere-se ao peso atual estimado. \*valores de p significativos teste ANOVA-F (≤0,05).**

Na avaliação das complacências estáticas entre si (Cest) I, II e III, bem como entre os valores de resistências (Res) I, II e III, não foram detectadas diferenças.

## DISCUSSÃO

A literatura evidencia recomendações de adoção de parâmetros de volume corrente de 6 ml/Kg de peso predito pela altura, podendo chegar até 8ml/Kg desde que em nenhum dos casos ultrapasse a pressão de platô de 30 cmH<sub>2</sub>O, evitando assim que ocorra complicações como hipercapnia permissiva e reduzindo o número de mortalidade<sup>19</sup>.



No presente estudo o volume corrente gerado quando não houve predição de peso foi 74% maior em comparação com o do predito. A não adoção de estratégias de cálculo de peso tem sido usada em substituição ao cálculo do predito. Estudo conduzido no Reino Unido mostrou que 65,5% dos centros de terapia intensiva do país apenas estimam visualmente o peso dos pacientes para conduzir a VM<sup>20</sup>.

Além disso, a estimativa visual interobservadores apresenta grande variabilidade<sup>21,14</sup>. Pesquisa similar desenvolvida no Brasil evidenciou que quando o volume corrente foi calculado pelo peso inferido, obteve-se a relação de 7,6 ml/kg de peso predito. O estudo, embora utilizando ventilação controlada a volume, apontou a necessidade de mensurar a altura dos pacientes se a intenção for ventilar segundo as recomendações atuais<sup>22</sup>. De maneira semelhante, no presente estudo a mesma relação mostrou-se superior (10,5 ml/kg de peso predito) àquela recomendada e optou-se pela ventilação controlada à pressão por ser a modalidade de escolha em cerca de 90% dos pacientes admitidos no Hospital de Clínicas da UFTM. Porém, outra pesquisa encontrou volumes correntes menores em relação ao peso predito quando confrontados com aqueles em que foi utilizado o peso atual estimado<sup>23</sup>.

No presente estudo, a discrepância entre os valores dos pesos encontrados deixa evidente a necessidade de estimar o peso do paciente. Quando sequer é feita a inspeção visual do peso para ajuste dos parâmetros ventilatórios, assume-se o risco de ofertar um volume corrente excessivo ao paciente, o que justifica a diferença encontrada entre os volumes correntes obtidos.

A estratégia protetora de VM foi estudada no ensaio clínico multicêntrico e randomizado desenvolvido pelo grupo ARDS Net que envolveu 861 pacientes. Destes, 429 receberam o volume corrente tradicional de 12 ml/kg de peso predito mantendo pressão platô inferior a 50 cmH<sub>2</sub>O, enquanto que 432 foram ventilados com baixa relação de volume corrente (6 ml/kg e pressão platô equivalente a 30 cmH<sub>2</sub>O). Houve aumento da taxa de mortalidade equivalente a 9% e 2 dias a mais de dependência da VM naqueles que receberam ventilação com volume corrente tradicional em relação ao grupo ventilado com volumes correntes baixos. O estudo sugere que essa diferença ocorreu porque o volume corrente diminuído não promove distensão excessiva dos pulmões e tampouco causa liberação de mediadores inflamatórios. O ensaio também concluiu que o peso resultante da inspeção visual é aproximadamente 20% maior do que o peso predito<sup>7</sup>.

No que se refere à mecânica respiratória, considera-se que valores anormais de resistência e elastância podem estar relacionados muito mais com o volume corrente ou fluxo alto do que com a doença pulmonar do paciente. Assim, o estabelecimento dos parâmetros ventilatórios tem influência direta sobre a determinação da mecânica respiratória<sup>24</sup>.

Na presente pesquisa, contrariamente, observou-se que a variação do volume corrente não alterou, de maneira significativa, o comportamento da complacência estática e resistência. Em outro estudo realizado em um hospital universitário da Suécia que contou com 10 pacientes sob VM devido à insuficiência respiratória aguda foi observada uma grande variação das propriedades mecânicas, sendo esta atribuída às diferentes fases da doença pulmonar presente. Ainda, apontou o aumento da C<sub>din</sub> como resposta ao incremento da PEEP e do volume corrente, o que ratifica os achados do estudo atual, em que houve alteração apenas da C<sub>din</sub> com diferentes volumes correntes<sup>25</sup>.

Estudo randomizado realizado na Holanda com 150 pacientes críticos sem lesão pulmonar aguda e divididos em dois grupos (ventilados com 6 ml x 10 ml por kg de peso predito) encontrou diferenças na complacência estática, resultado esse divergente da presente pesquisa<sup>4</sup>.

Outro estudo verificou que a resistência do sistema respiratório diminui consoante o aumento do volume corrente, tanto em doenças obstrutivas quanto naquelas restritivas<sup>26</sup>. Na análise atual, essa diferença não foi significativa, o que sugere a necessidade de uma amostra maior para melhor avaliação dessa variável. Salienta-se, ainda devido ao tamanho amostral, que o estudo apresenta como limitação a impossibilidade de alocação dos pacientes em grupos segundo a faixa etária, visto que compuseram a amostra desde adultos jovens até idosos longevos; e os tipos de doenças respiratórias presentes, fatores que poderiam influenciar nos valores da mecânica respiratória dos sujeitos.

Contudo, os dados do presente estudo evidenciaram diferenças significativas entre os volumes correntes, havendo aumento desta variável quando não houve método de predição de peso. Assim, a condução da ventilação mecânica era feita de maneira superestimada quando não era usada nenhuma estratégia de predição de peso. Faz-se necessário o uso de algum método que prediga o peso do paciente para o cálculo do volume corrente. As variáveis da mecânica respiratória mantiveram-se constantes, exceto a complacência pulmonar dinâmica, a qual apresentou-se acrescida com a utilização de volumes correntes maiores. Desta maneira, mais estudos devem ser realizados a fim de acompanhar a impedância do sistema respiratório e possíveis consequências associadas ao ajuste impreciso de parâmetros ventilatórios, visto que a prática de pesar o paciente crítico ou utilizar fórmulas que considerem características antropométricas para a predição de peso ainda não é rotineira em ambientes de terapia intensiva.

---

## REFERÊNCIAS

---

Informamos que as referências foram revisadas e refeitas de acordo com as informações que cada artigo disponibilizava no formato vancouver.

1. Frutos-Vivar F, Ferguson ND, Esteban A. Mechanical ventilation: quo vadis? *Intensive Care Med.* 2009; 35(5):775-80 doi: 10.1007/s00134-009-1450-3.

2. Carvalho RRC, Toufen Junior C, Franca SA. Ventilação mecânica: princípios, análise gráfica e modalidades ventilatórias. *J Bras Pneumol.* 2007;33(2):54-70.

3. Meade MO, Cook DJ, Guyatt GH, Slutsky AS, Arabi YM, Cooper DJ et al. Ventilation strategy using low tidal volumes, recruitment maneuvers, and high positive end-expiratory pressure for acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. *JAMA.* 2008;299(6):637-44.

4. Determann RM, Royakkers A, Wolthuis EK, Vlaar AP, Choi G, Paulus F, et al. Ventilation with lower tidal volumes as compared with conventional tidal volumes for patients without acute lung injury: a preventive randomized controlled trial. *Crit Care.* 2010;14(1):R1 doi: 10.1186/cc8230.

5. Lipes J, Bojmehrani A, Lellouche F. Low Tidal Volume Ventilation in Patients without Acute Respiratory Distress Syndrome: A Paradigm Shift in Mechanical Ventilation. *Crit Care Res Pract.* 2012;1-12 doi:10.1155/2012/416862.

6. Archambault PM, St-Onge M. Invasive and Noninvasive Ventilation in the Emergency Department. *Emerg Med Clin N Am.* 2012;30:421–49. doi:10.1016/j.emc.2011.10.008
7. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network (2000) Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 2000;342:1301–8.
8. Schultz MJ. Lung-protective mechanical ventilation with lower tidal volumes in patients not suffering from acute lung injury: a review of clinical studies. *Med Sci Monit.* 2008;14(2):22-6.
9. Tallo FS, Vendrame LS, Lopes RD, Lopes AC. Ventilação mecânica invasiva na sala de emergência: uma revisão para o clínico. *Rev Bras Clin Med.* 2013;11(1):48-54.
10. Faustino EA. Mecânica pulmonar de pacientes em suporte ventilatório na unidade de terapia intensiva: conceitos e monitorização. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2007;19(2):161-9.
11. Seiberlich E, Santana JA, Chaves RA, Seiberlich RC. Ventilação Mecânica Protetora, Por Que Utilizar? *Rev Bras Anesthesiol.* 2011;61(5):659-67.
12. Associação Medicina Intensiva Brasileira – Comissão de Ventilação Mecânica; Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia – Comissão de Terapia Intensiva. Diretrizes Brasileiras de Ventilação Mecânica – 2013. 2013:1-140.
13. Schultz MJ, Haitsma JJ, Slutsky AS, Ognjen Gajic O. What tidal volumes should be used in patients without acute lung injury? *Anesthesiology.* 2007;106:1226–31.
14. Goutelle S, Bourguignon L, Bertrand-Passeron N, Jelliffe RW, Maire P. Visual estimation of patients' body weight in hospital: the more observers, the better? *Pharm World Sci.* 2009; 31:422–5.
15. Maskin LP, Attie S, Setten M, Rodriguez PO, Bonelli I, Stryjewski ME, et al. Accuracy of weight and height estimation in an intensive care unit. *Anaesth Intensive Care.* 2010;38:930–4.
16. Chumlea WC, Roche AF, Steinbaugh ML. Estimating stature from knee height for persons 60 to 90 years of age. *J Am Geriatr Soc.* 1985;33:116-20.
17. Lu Q, Rouby JJ. Measurement of pressure-volume curves in patients on mechanical ventilation: methods and significance. *Crit Care.* 2000;4:91-100.
18. Lucangelo U, Bernabe F, Blanch L. Respiratory mechanics derived from signals in the ventilator circuit. *Respir Care.* 2005;50:55-67.
19. Associação de Medicina Intensiva Brasileira; Sociedade Brasileira de Infectologia; Instituto Latino Americano de Sepse. Diretrizes Clínicas na Saúde Suplementar. Sepse: Ventilação Mecânica. Associação Médica Brasileira e Agência Nacional de Saúde Suplementar. 2011:1-21.
20. Tallach R, Jefferson P, Ball D R. Mechanical ventilation for patients with ARDS: a UK survey on calculation of tidal volume. *Intensive Care Med.* 2006;32(1):176.
21. Bladley LA, Hernandez C, Brice JH, Zou B. The accuracy of visual estimation of body weight in the ED. *Am J Emerg Med.* 2004;22(7):526-9.
22. Isola A M; Wagana VS, Cristina; Consorti L, Serio AB, Rezende E. Is there any difference if we use mean estimated body weight or predicted body weight on initial setting of the mechanical ventilation in ARDS patients?[abstract] *Crit Care Med.* 2005;33(12):A112.
23. Deane AM, Reid DA, Tobin AE. Predicted body weight during mechanical ventilation: using arm demispan to aid clinical assessment. *Crit Care Resusc.* 2008;10:9–14.
24. Ruiz-Ferrón F, Rucabado AL, Ruiz NS, Puerta RR, Alonso SP, Muñoz JLM. Results of respiratory mechanics analysis in the critically ill depend on the method employed. *Intensive Care Med.* 2001;27:1487–95.
25. Kárason S, Sondergaard S, Lundin S, Stenqvist O. Continuous online measurements of respiratory system, lung and chest wall mechanics during mechanical ventilation. *Intensive Care Med.* 2001;27:1328-39.
26. Guerin C, Richard J C. Measurement of respiratory system resistance during mechanical ventilation. *Intensive Care Med.* 2007;33:1046-9.